

**Les objectifs de recherche de la
communauté européenne sur le sujet de
l'efficacité énergétique du bâtiment**

**Les moyens expérimentaux de
l'INES pour y répondre
jumelage franco-tunisien**

Etienne Wurtz

DR CNRS CEA INES

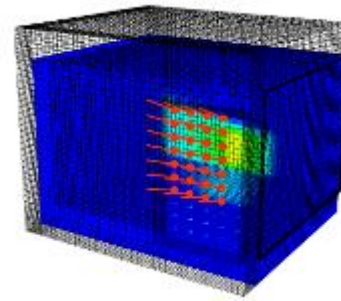
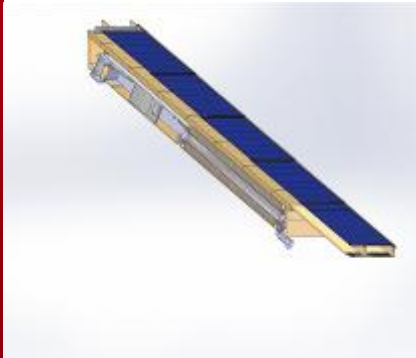
31 octobre 2013

FROM RESEARCH TO INDUSTRY

cea tech

Institut National de l'Énergie Solaire

Le bâtiment à toutes les échelles



 ines
INSTITUT NATIONAL
DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

HORIZON 2020

LE PROGRAMME DE RECHERCHE ET
D'INNOVATION DE L'UNION EUROPÉENNE

Sur l'efficacité énergétique du bâtiment:

Thématique NMP

*Nanotechnologies, Matériaux avancés,
Systèmes de production*

Thématique ICT, Energy et Environnement

HORIZON 2020

LE PROGRAMME DE RECHERCHE ET
D'INNOVATION DE L'UNION EUROPÉENNE



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



Programme de travail : forte évolution par rapport à FP7: accent sur la recherche appliquée, plus proche du marché (TRL 4+)

- des appels annuels

Thèmes proposés : moins prescriptifs, un fort accent est mis sur l'impact

Une présentation des thèmes harmonisée:

- défi spécifique à relever, justification
- périmètre de l'activité à adresser
- impact attendu, en lien avec le défi
 - *niveau TRL attendu,*
 - *projet de Recherche (100%) ou d'Innovation (70%)*

Effacité énergétique du bâtiment

Thématiques concernées

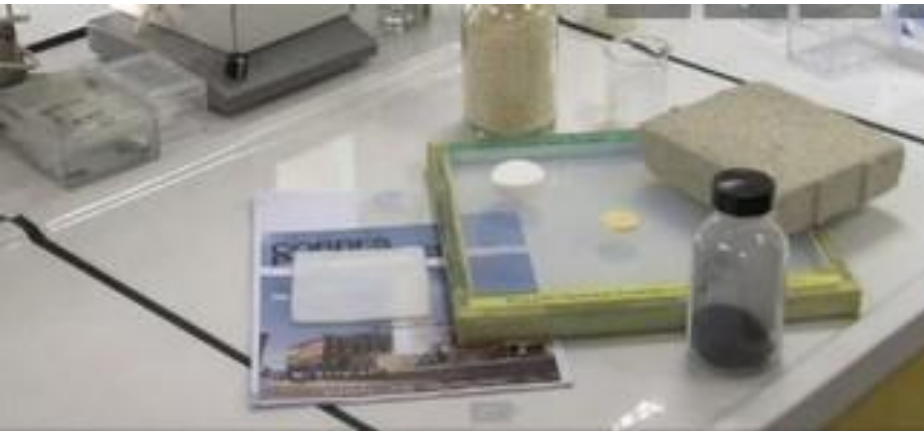
- De nouveaux matériaux pour l'enveloppe
- Des composants d'enveloppe pour la réhabilitation
- Des techniques de mesures innovantes pour vérifier l'efficacité des solutions
- Proposition d'approches systémiques pour prendre en compte la réhabilitation de manière globale

Les expérimentations correspondantes de l'INES



Echelle du matériau

Mortier superisolant



Béton de chanvre :
Etude des échanges
hygrothermiques



Intégration
verticale PV
double face

Echelle du composant



Caractérisation des façades



Echelle du bâtiment

Blocs béton + LV

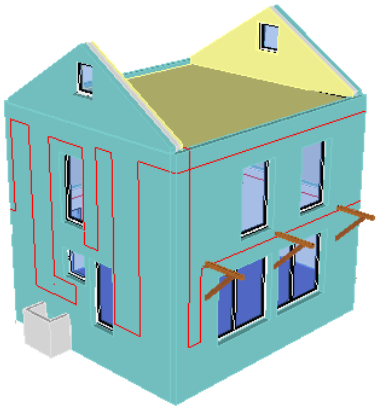
Béton banché + ITE XPS

Ossature bois + fibre de bois

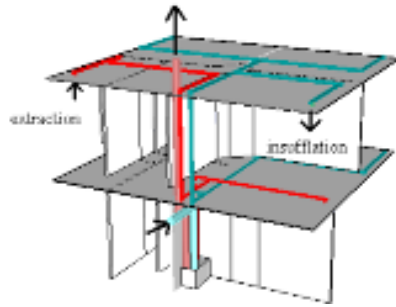
Monomur Terre cuite +
enduit isolant



Des moyens de mesure performants



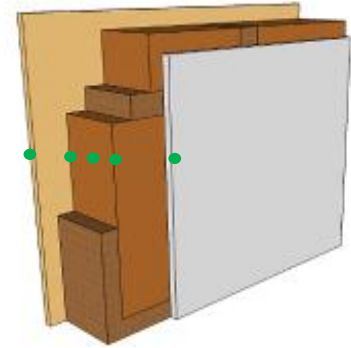
Mesure de température par fibre optique



VMC simple ou double flux selon projets. Ventilation Mécanique par Insufflation. Moyen expérimental de préchauffage d'air neuf sous-toiture



Intégration des réseaux à la fabrication sur la maison Ossature Bois



Suivi du comportement hygrothermique

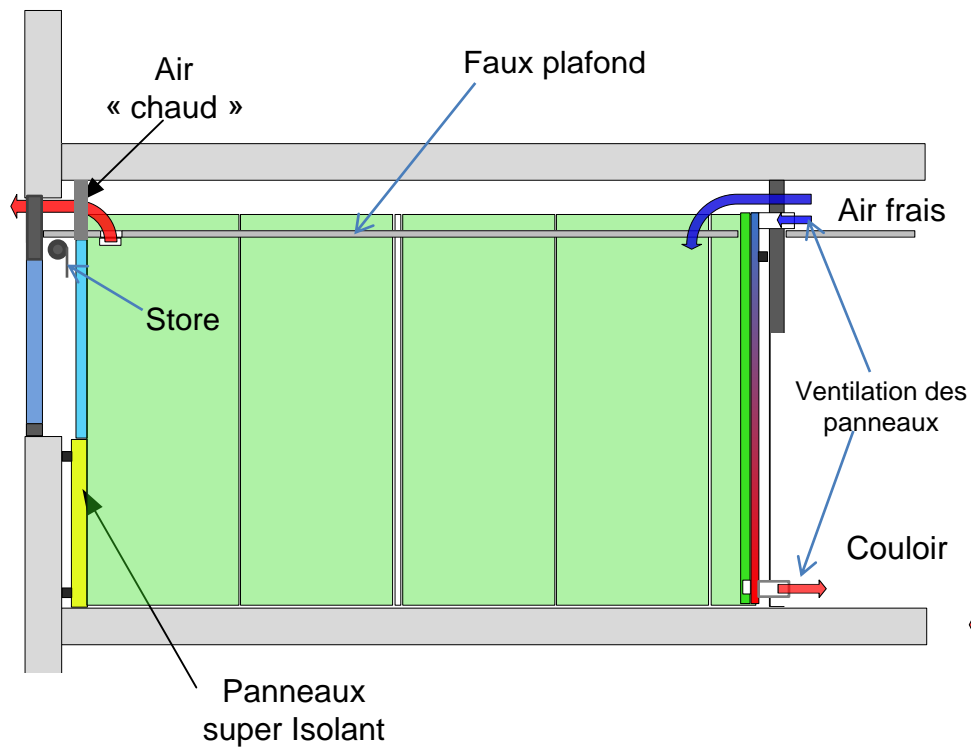


Développement du marché de la construction basse consommation

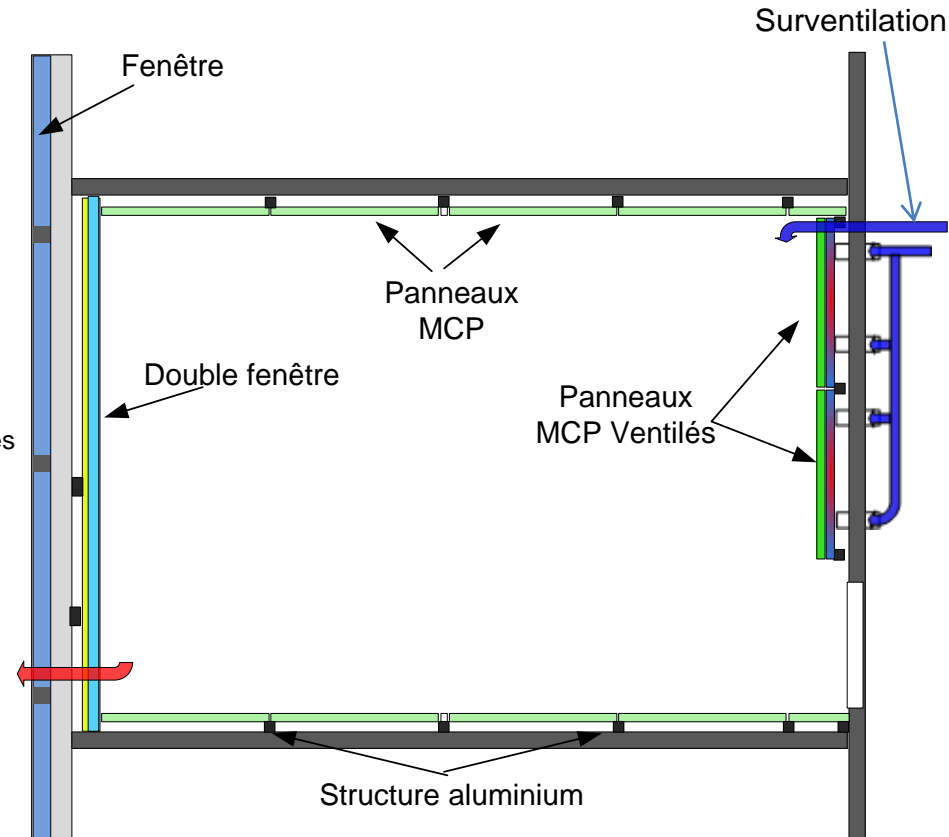
- Développement de l'industrialisation de la préfabrication pour la réhabilitation en s'appuyant sur le développement du BIM (Building Information Modeling)
- Dimensionnement de bâtiments à très haute performance économiquement rentables en visant l'énergie positive tous usages et en se préoccupant de leur maintenance avec réalisation de démonstrateurs
- Créer un marché de la rénovation à haute performance en levant l'ensemble des barrières qui font obstacle à ce développement qu'elles soient d'ordre technologique, réglementaire ou financière

Des solutions technologiques : Rénovation tertiaire par le principe de la boîte dans la boîte avec MCP et PIV

Coupe verticale



Coupe horizontale



Confort d'été sans climatiser

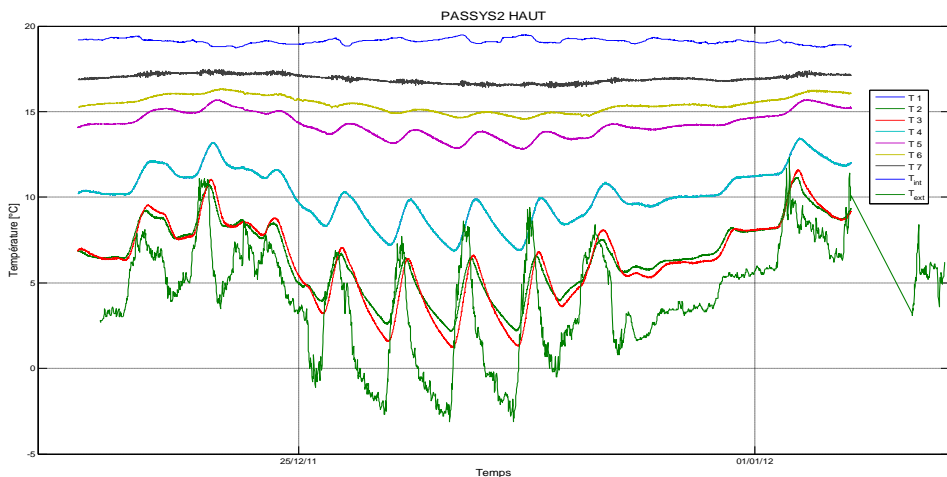
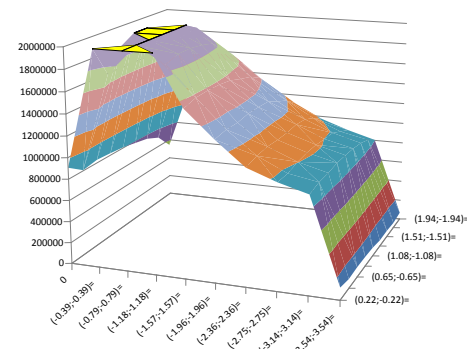


Développement de composants de façade industrialisés pour la rénovation



Façade épave

Facade rénovée



Parement extérieur projeté pour isolation thermique

Rupture technologique dans les enduits extérieurs de façade :

Intégration d'aérogel de silice à des mortiers hydrauliques permettant de limiter les déperditions énergétiques par projection sur façade extérieure

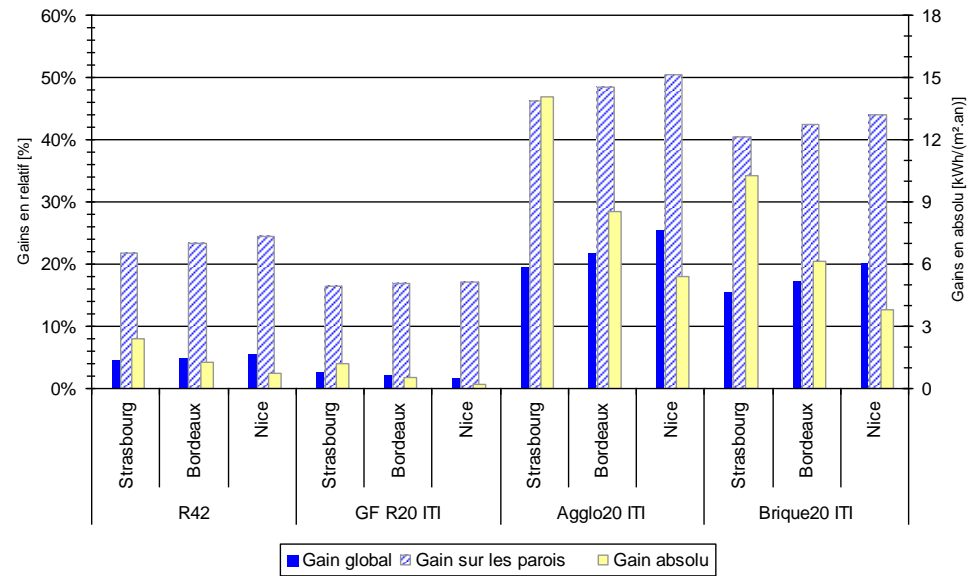


Echantillon de l'enduit à base de super-isolant



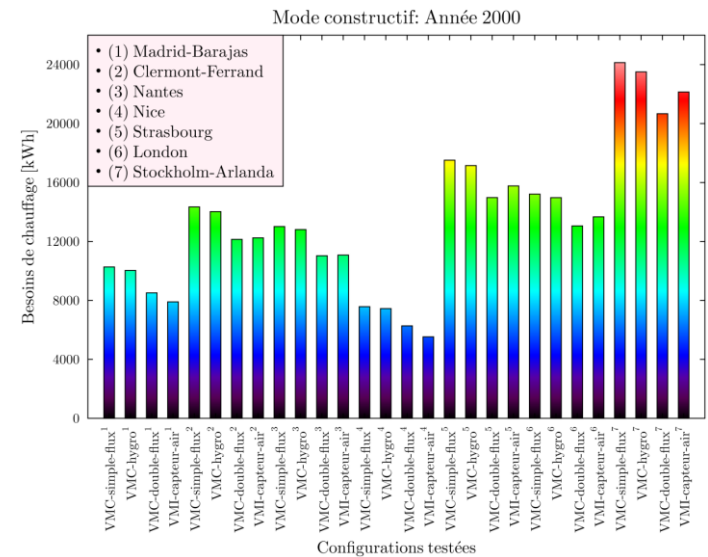
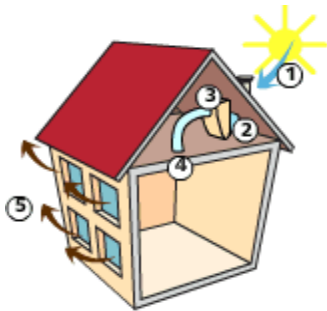
Maison expérimentale pour test de l'enduit aérogel

Gains liés à la mise en oeuvre de l'enduit sur la maison Mozart



Ventilation mécanique par insufflation

Développer une VMI[®] multifonctionnelle assurant la ventilation, le chauffage et le rafraîchissement



Implication de l'utilisateur dans la démarche

- Impliquer l'utilisateur dans la démarche de sobriété énergétique en l'informant de ses consommations et en l'aidant à améliorer le recours aux énergies renouvelables
- Développer de nouvelles méthodologies basées sur les serious games ou les réseaux sociaux qui vont amener l'utilisateur à changer ses habitudes concernant les consommations énergétiques en s'appuyant sur les appareils électroniques existant
- Proposer une adéquation de l'offre et la demande énergétique avec des démonstrations à l'échelle de quartiers permettant d'effacer les pics des consommations en associant les usagers dans la démarche
- Développer des réflexions à une échelle plus large en intégrant les aspects liés à la socio-économie
- Développer des groupes de travail pour communiquer sur les résultats des innovations
- Développement de la compétence des acteurs de la construction par la formation et la mise en réseau des compétences
- Mener une réflexion sur les développements réglementaires nécessaires pour cette évolution

Les besoins de la recherche : Pilotage, gestion et conseils

Problématiques bâtiment

- **Garantir/discriminer l'usage** d'un bâtiment de ses performances intrinsèques.
- **Aider à la décision**, à l'exploitation d'un bâtiment
- **Mutualiser la ressource**, par exemple les réseaux de chaleur.
- **Adéquation des ressources énergétiques** (qualité & quantité) aux besoins du bâtiment

Comme le temps est frais et venteux ce matin, le prix de l'énergie est élevé et qu'il y a un risque d'instabilité réseau élevé : l'ouverture de fenêtre est déconseillée et coûterait 2€ supplémentaires

Que va-t-il se passer si j'ouvre la fenêtre ce matin ?

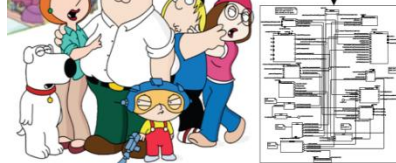
simulation anticipative



Simulation anticipative

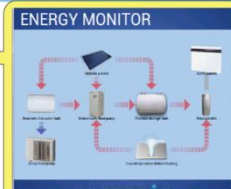
Conformément aux préférences et aux demandes, j'augmente la consigne de température et stocke de la chaleur dans le réservoir d'eau.

gestion anticipative

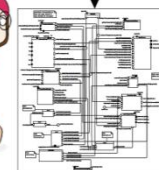


Gestion anticipative

Comment se répartissent les flux énergétiques actuellement ?



estimation à base de modèle



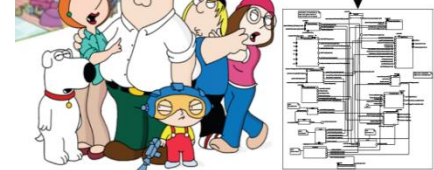
Estimation

Je veux analyser l'historique de consommation de mon PC.

analyse diagnostique des usages

Je veux analyser le fonctionnement de ma VMC.

analyse diagnostique du système physique

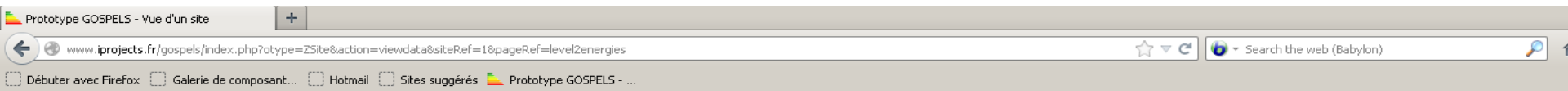


Diagnostic

Axes R&D

- Développement de modèles de prédiction les plus fiables possible et les intégrer au plus vite.
- Développement de systèmes « plug & play », de solutions de modélisation et de conseil prenant en compte les préférences / habitudes des usagers.
- Intégration des renouvelables au réseau

Enjeux essentiels du suivi de consommation



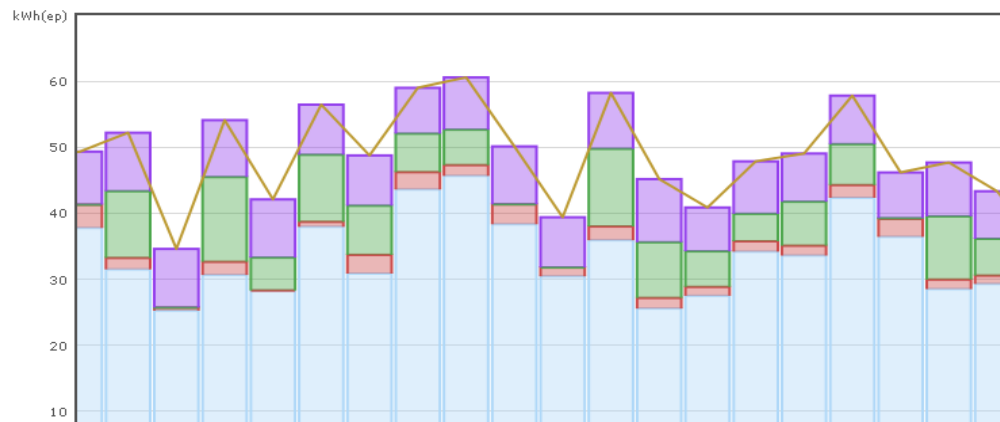
Sites pilotes
[Liste des sites]

Les Grandes Terres
[Accueil Site]

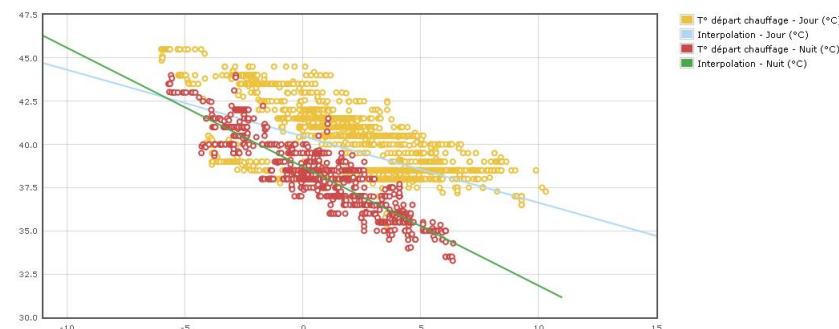
[Mot de passe]
[Accueil]
[Déconnexion]

Les Grandes Terres - Energie primaire

Consommations par postes ramenées en énergie primaire - T2



Courbes de chauffe du Bâtiment B



Les Jardins d'Eden - Indicateurs de niveau 2

Bât63-Et1 - Inconfort niveau 2 (Températures)		Seuil max 3 h	Valeur max rencontrée 0.17 h	Durée quotidienne la plus élevée pendant laquelle les seuils de température de confort n'ont pas été respectés, sur la période d'observation
Bât41-Et4 - Inconfort niveau 2 (Températures)		Seuil max 3 h	Valeur max rencontrée 14 h	Durée quotidienne la plus élevée pendant laquelle les seuils de température de confort n'ont pas été respectés, sur la période d'observation
Bât41-Et2 - Inconfort niveau 2 (Températures)		Seuil max 3 h	Valeur max rencontrée 0 h	Durée quotidienne la plus élevée pendant laquelle les seuils de température de confort n'ont pas été respectés, sur la période d'observation
Bât109-Et3 - Inconfort niveau 2 (Températures)		Seuil max 3 h	Valeur max rencontrée 0.17 h	Durée quotidienne la plus élevée pendant laquelle les seuils de température de confort n'ont pas été respectés, sur la période d'observation
Fonctionnement adéquat du bouclage solaire		Seuil min 0.5	Valeur min rencontrée 1	Indicateur basé sur l'algorithme élaboré à partir des T° retour bouclage, T° ballon solaire, débits bouclage total et vers solaire

Choix de la période à afficher

(Selection multiple possible pour certains indicateurs)

01/2013
12/2012
11/2012
10/2012

Valider

Outils « experts »

Outils de synthèse

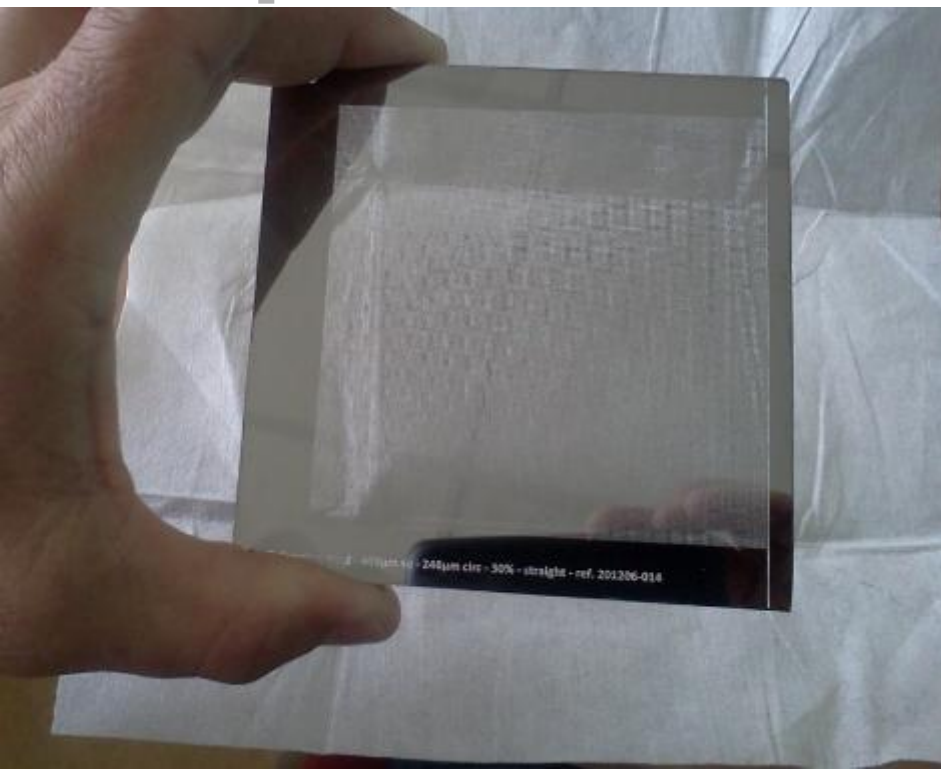
Caractériser le confort de l'utilisateur

Développement de composants

Volet Roulant Autonome



Vitrage PV



Ventilation mécanique
par insufflation

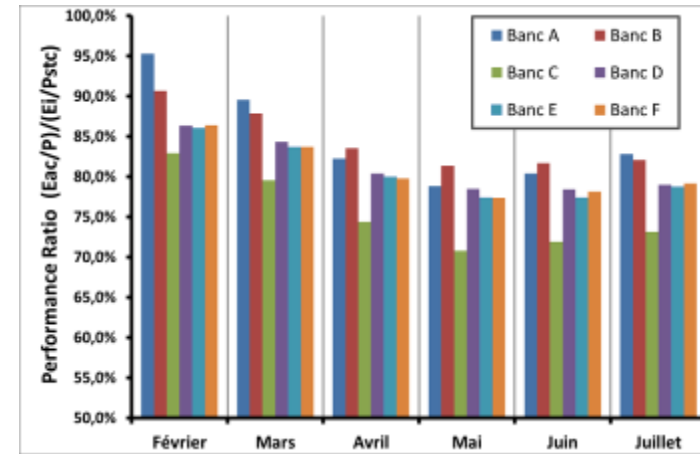
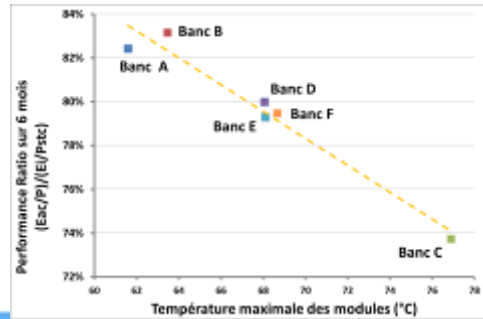


Développement de systèmes innovants

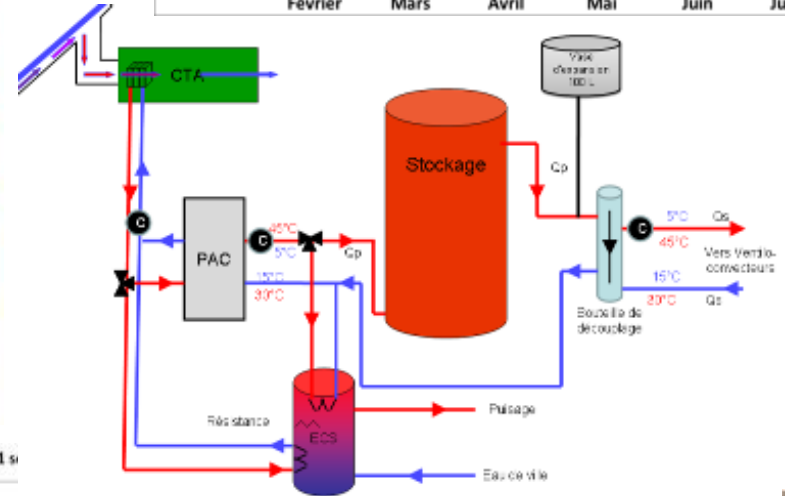
- Proposer des solutions de chauffage et refroidissement urbains développant les aspects de la co-génération et du stockage
- Lever les barrières empêchant le recours à des systèmes de chauffage et rafraîchissement efficaces et à très faible impact environnemental y compris à l'échelle du quartier
- Proposer des solutions de stockage thermique très performant adaptées aux problématiques du bâtiment

Quelques solutions équipement à l'INES

Stratégie
d'intégration
toiture

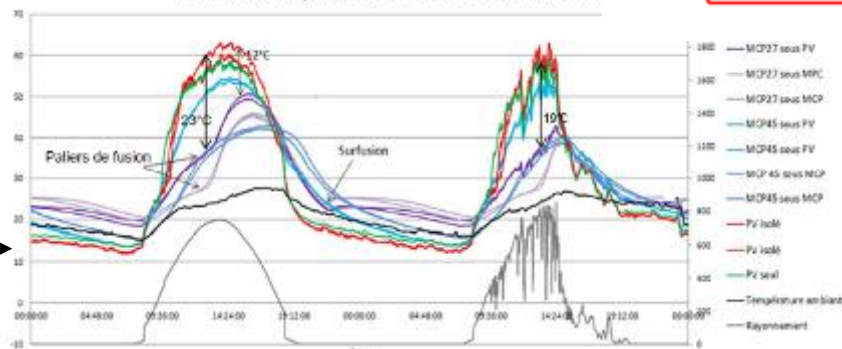


Association toiture
PV/PAC
(préchauffage eau)

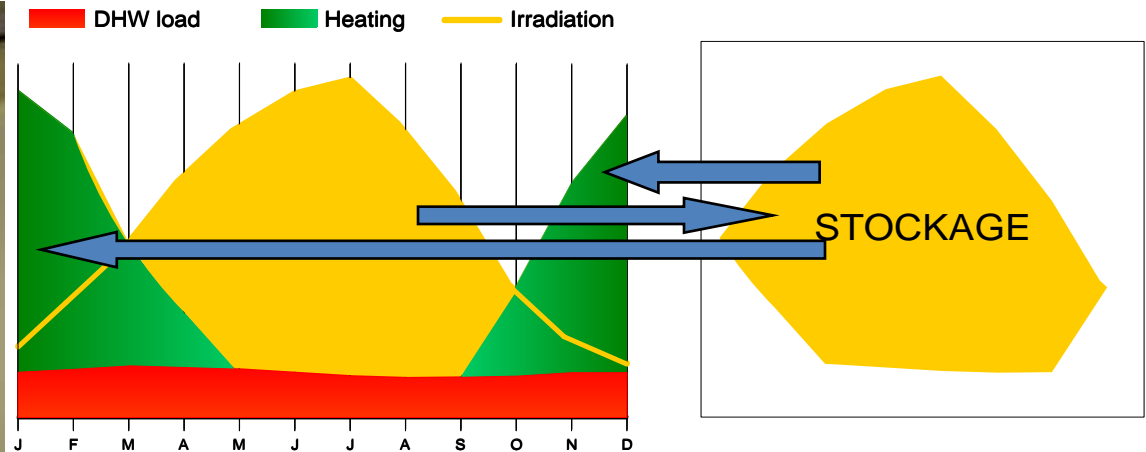


Association
PV/MCP

Evolution des température sur différents modules le 10 et 11 si



Dispositifs de stockage inter saisonnier

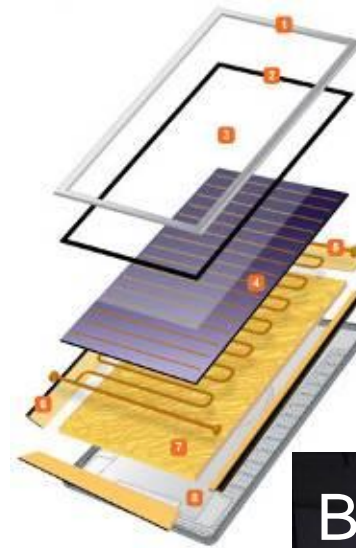


- Développement de **2 réacteurs pilote**
- Principaux résultats
 - Densité énergétique élevée : > 200 kWh/m³ selon les sels utilisés
 - Cyclage : pas de dégradation des performances
- Objectif de démonstration :
 - 100% couverture solaire besoin de chauffage
 - 80% couverture solaire ECS

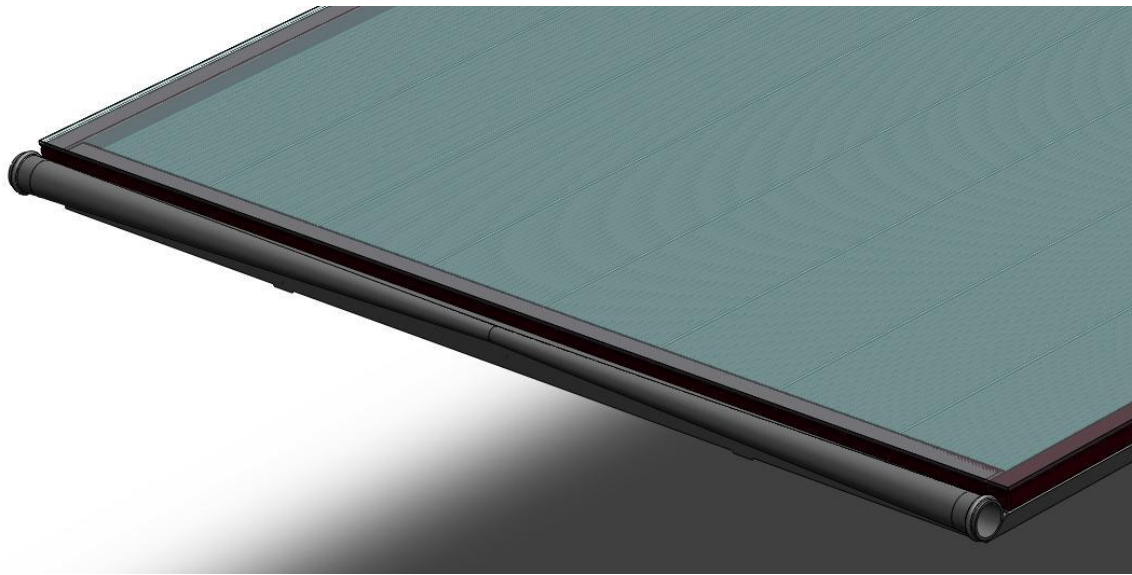


Capteurs solaires thermiques

- Enjeu :
 - Baisse des coûts de production
 - Ajout de fonctionnalité
- Une activité de R&D
 - Intégration des matériaux **polymères**
 - Optimisation des performances
- ▶ Développement d'un absorbeur en matériau polymère
- ▶ Design de capteurs solaires 100% polymères



- 1 Cadre aluminium extrudé
- 2 Joint EPDM
- 3 Vitre 4 mm à basse teneur en fer autonettoyante
- 4 Absorbeur en cuivre et revêtement Tinox
- 5 Echangeur méandre soudé par ultra son sur l'absorbeur
- 6 Isolation latérale laine de roche
- 7 Isolation laine de roche 60 mm
- 8 Caisson Aluminium roche 60 mm



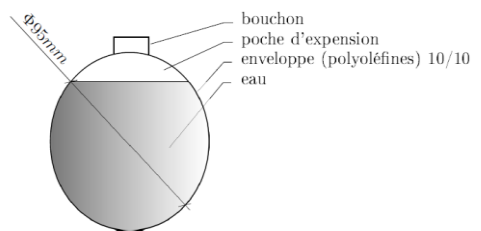
Echangeur externe pour bâtiment à faible inertie



(a) Enceinte en cours de construction.



(b) Stock thermique, capots ouverts.



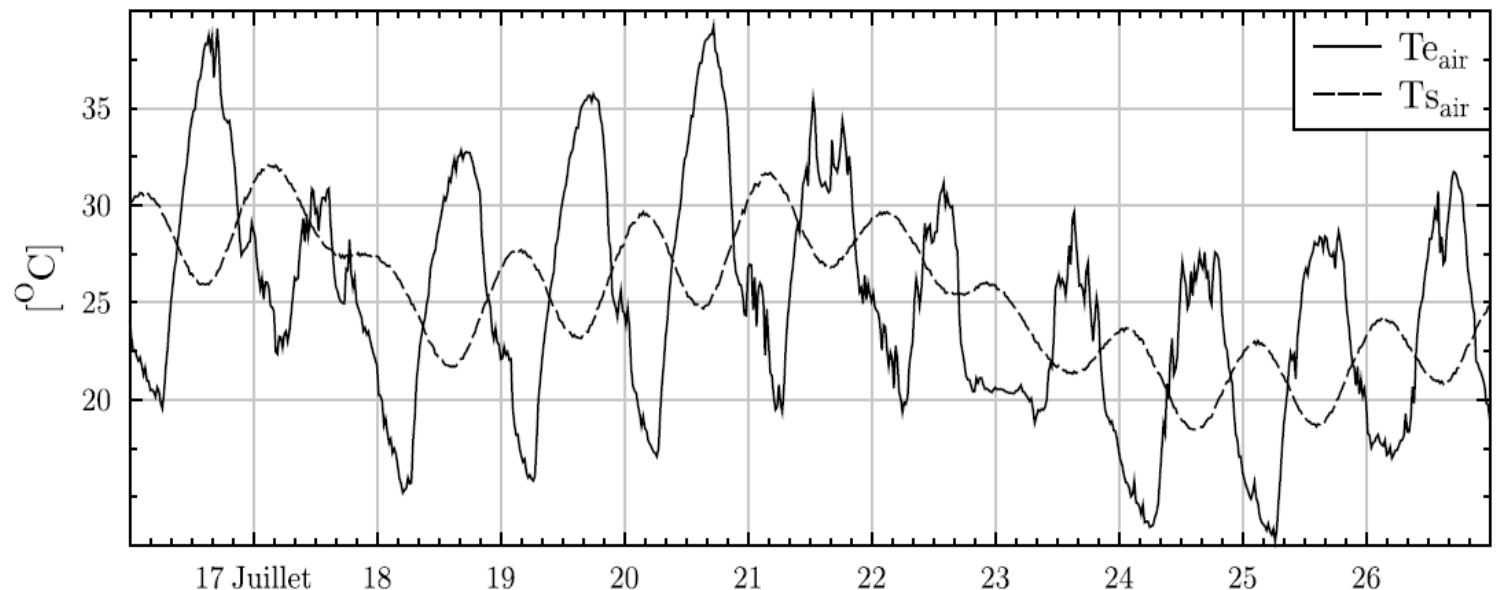
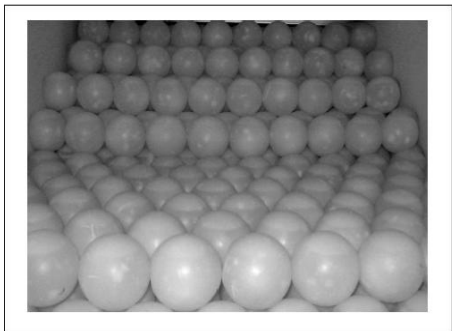
Echangeur



(a) Stock thermique, capots en cours de fermetures.

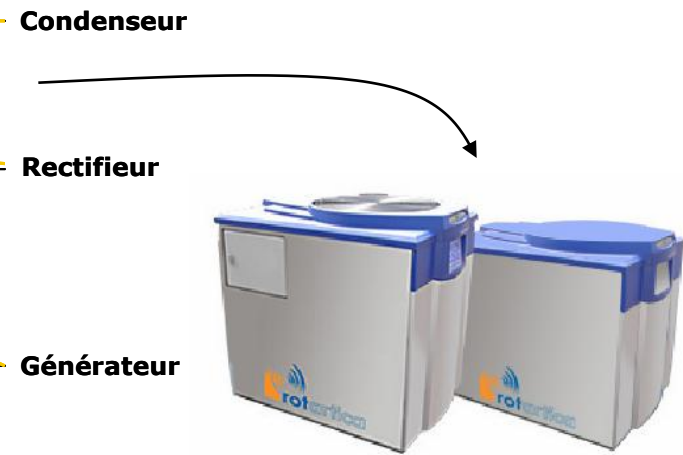
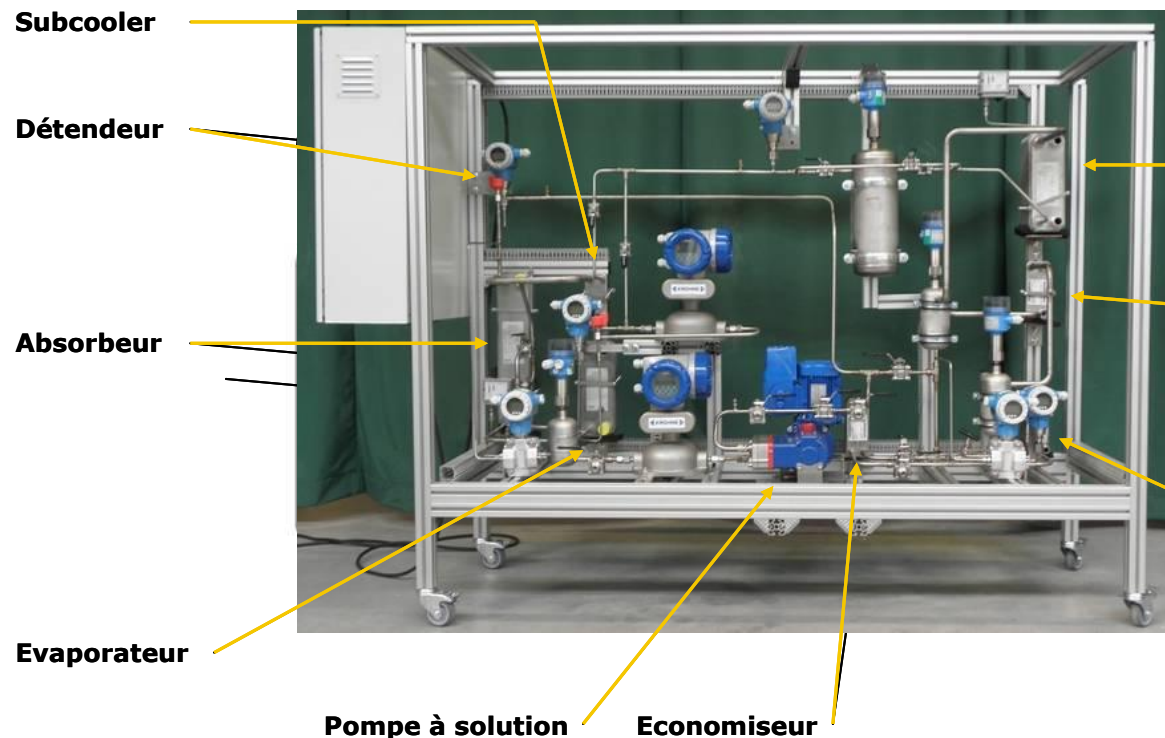
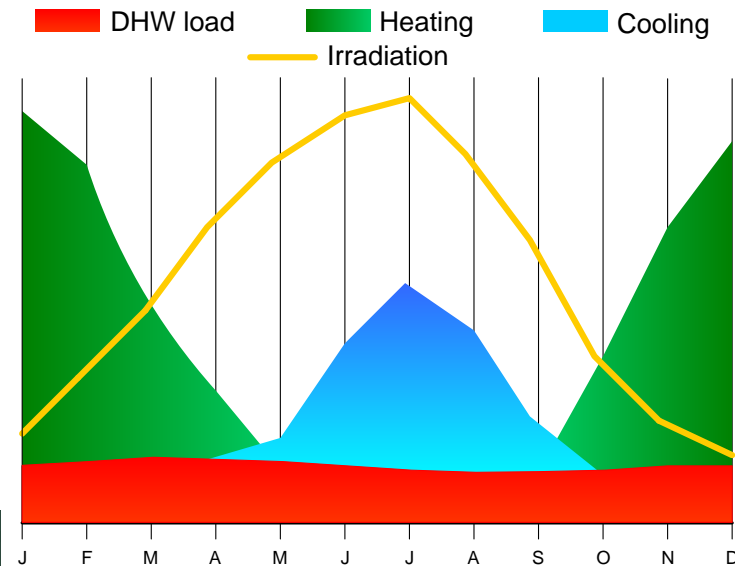


(b) Vue d'ensemble.



Machine à absorption de production de froid

- Produire du froid avec du chaud
 - A partir de rejet thermique
 - A partir de source d'énergie thermique renouvelable :
 - solaire, biomasse
- Enjeux :
 - Baisse des coûts
 - Augmentation des performances

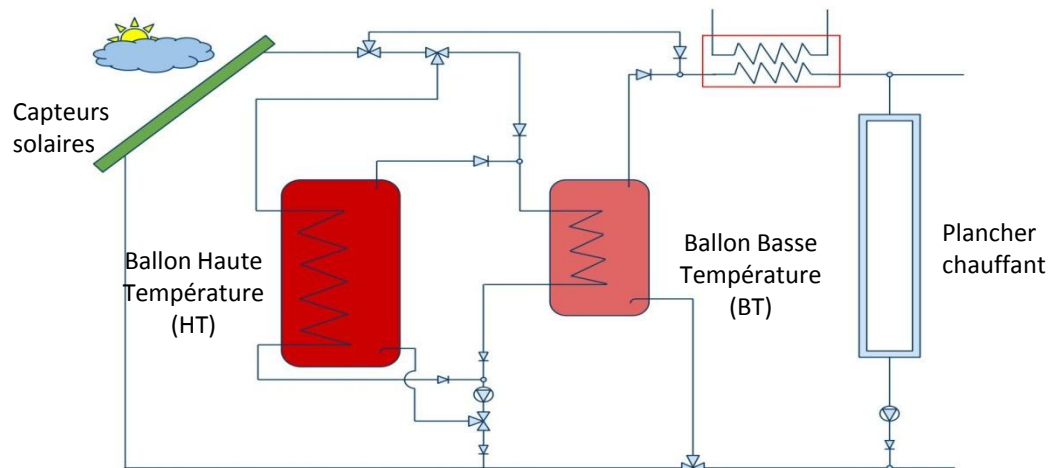
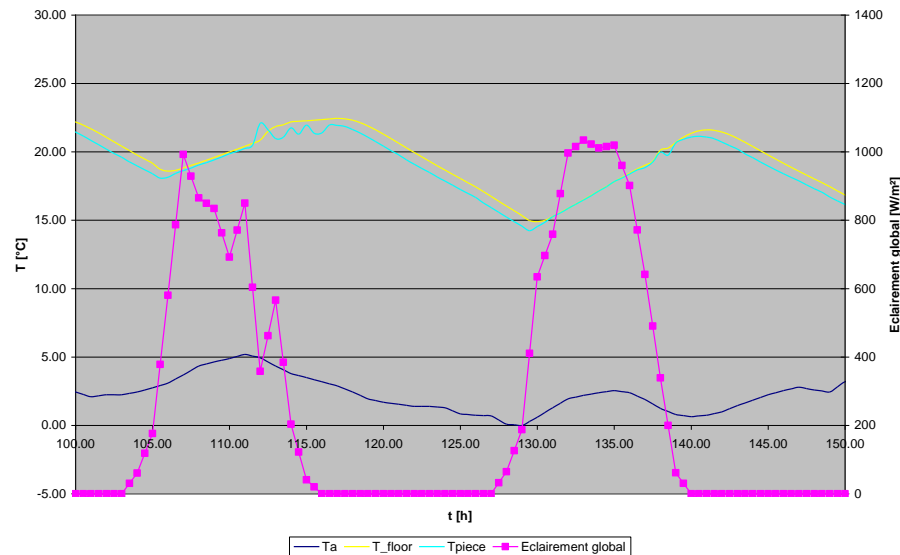


ICT : Développement d'outils de simulation

- Développer des plateformes interopérables permettant l'optimisation de la conception des bâtiments à partir d'une approche multi-physique et l'évaluation des performance par une métrologie adaptée
- Développer à partir de projets pilotes des marchés potentiels en convaincant les usagers à partir d'outils de communication de type tablettes électronique ou en développant des nouveaux services qui vont conduire à la réduction de consommations énergétiques
- Développer des outils de dimensionnement multi-physique et interopérables
- Des outils de suivi, compréhension, optimisation basés sur le couplage entre simulation et expérimentation
- Proposer de méthodes innovantes permettant de réduire les écarts entre prédictions de consommation et mesures effectives en traitant les incertitudes liées aux scénarios, données météo, fiabilité de la modélisation

Gestion optimisée de l'énergie solaire thermique visant une couverture totale

- Assurer le chauffage des locaux via un plancher solaire pour prolonger la disponibilité de l'énergie solaire par le stockage dans les ballons.
- Optimiser le potentiel en énergie solaire disponible tout au long de l'année
- Evaluer la part du potentiel exploité

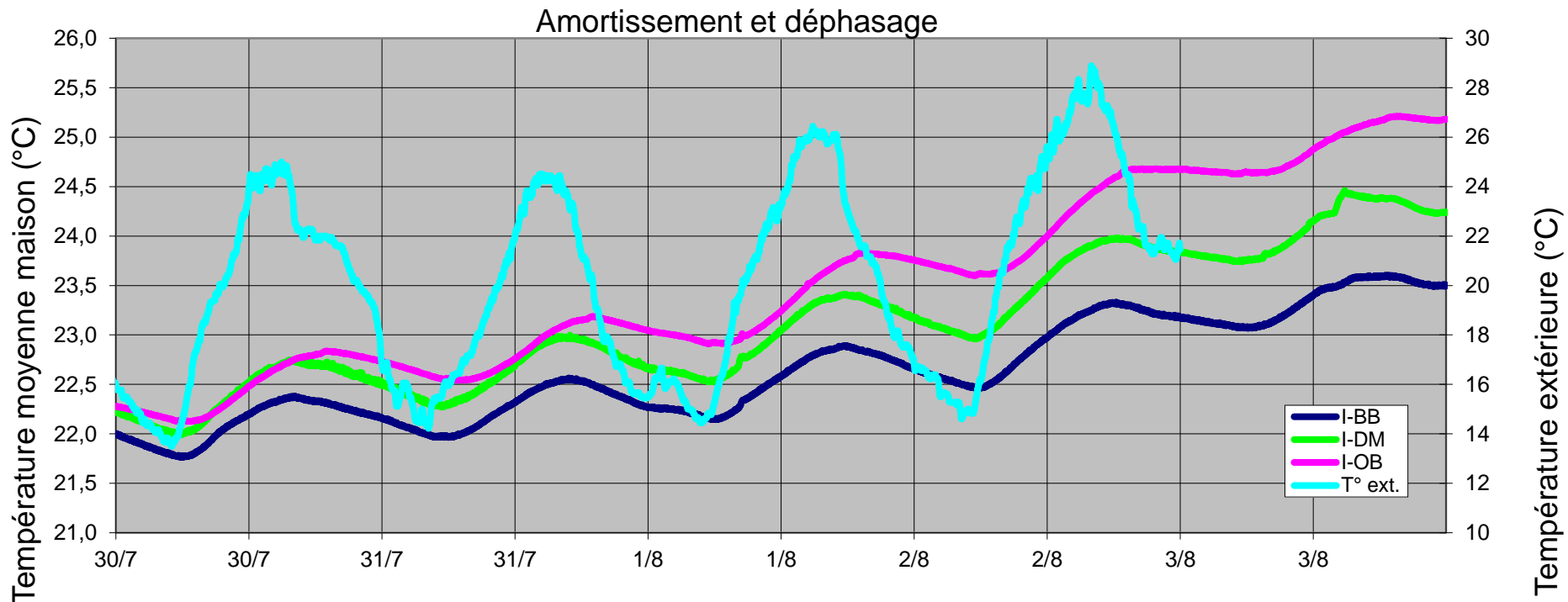


Comparaison entre différentes inerties



Mise en évidence du rôle de l'inertie

- Réponse aux sollicitations extérieures similaires
- Forte différenciation entre capacités thermiques des structures
- Evolution régulière de l'inconfort dépendant des matériaux



Élévation de la température pendant une semaine en août en fonction des caractéristiques des constructions

Béton Banché

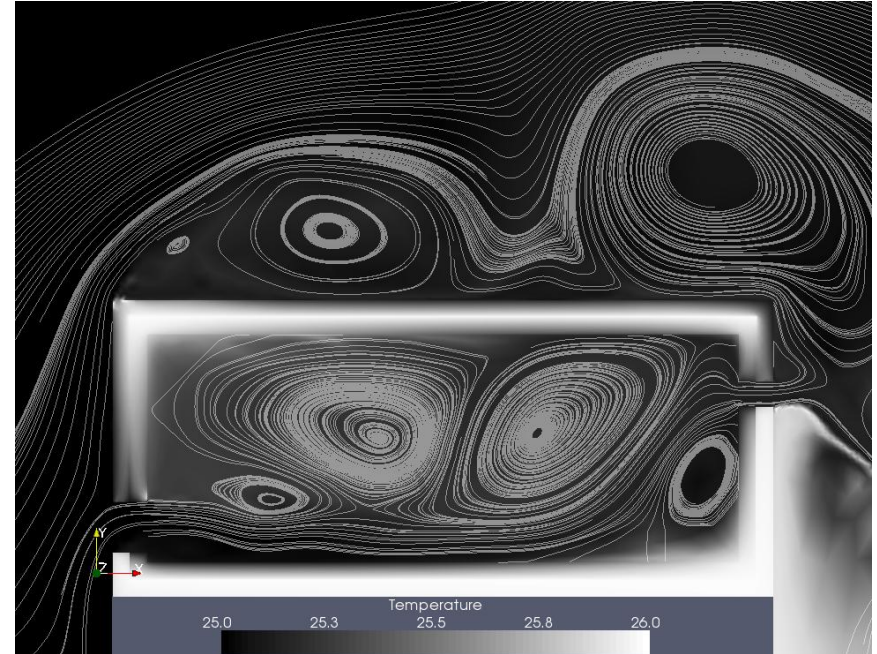
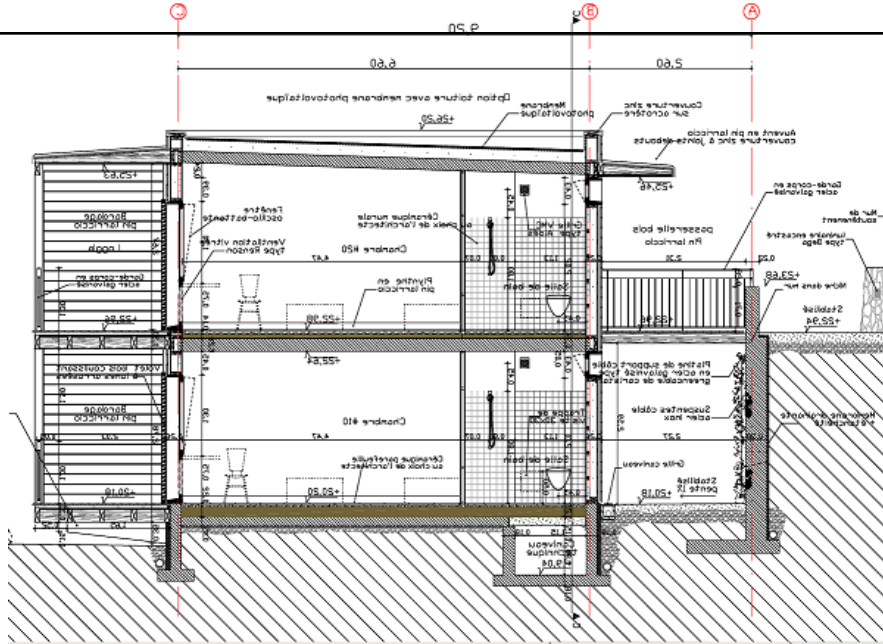
Double Mur

Ossature Bois

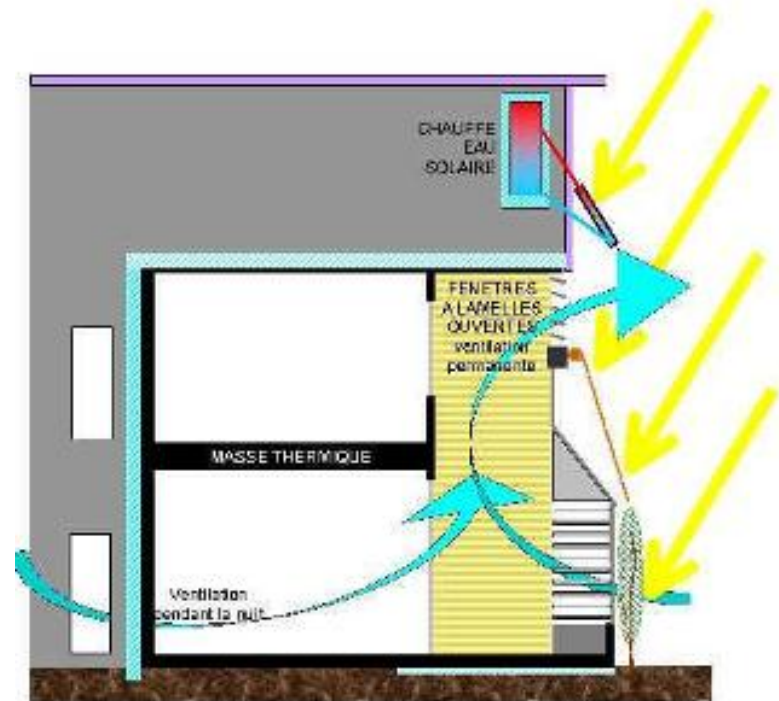
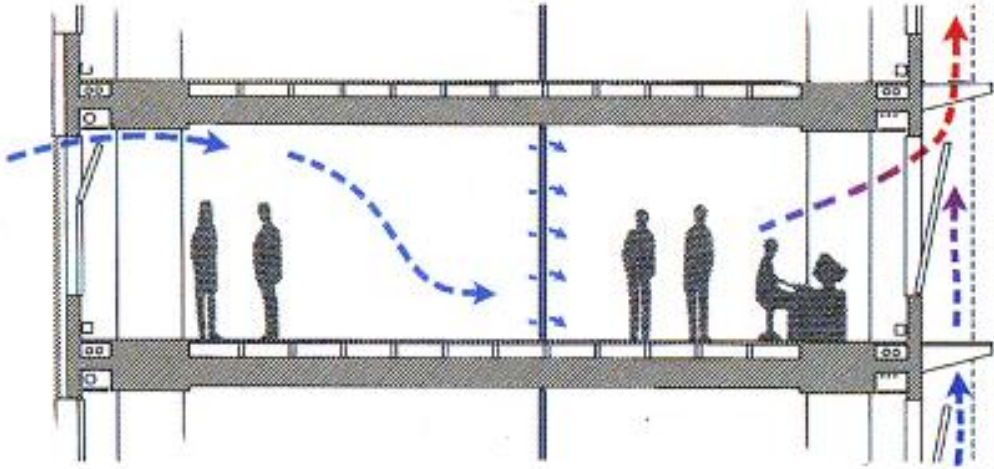
Caractériser le confort en ventilation naturelle



Conception d'un bâtiment rafraîchi par ventilation naturelle dans le cadre de l'antenne Corse de l'INES



Enjeux des doubles façades



Merci pour votre attention

